

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tuotantojohtamisen suuntautumisvaihtoehto

2012

Juuso Lilja

# KOSTEUDENHALLINTA KORJAUSRAKENNUSTYÖ- MAALLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juuso Lilja

# KOSTEUDENHALLINTA KORJAUSRAKENNUSTYÖMAALLA

Työn tarkoituksena oli käsitellä kosteuden aiheuttamia vaurioita ja ongelmia, kosteudenhallinnan suunnitteluun liittyviä asioita ennen työn aloitusta ja sen toteuttamisen aikana sekä esitellä korjausrakennustyömaan työvaiheita, jotka sisältävät kosteudenhallinnallisia riskitekijöitä.

Haasteita rakennustyömaan kosteudenhallinnalle tuo vaihtelevat sääolosuhteet, kiristyneet aikataulut sekä eri työvaiheiden toteuttaminen. Edellä mainittujen asioiden huomioiminen kosteudenhallintaa suoritettaessa auttaa työmaan kosteudenhallinnan onnistumisessa.

Opinnäytetyössä on käytetty esimerkkityömaana vanhainkodin peruskorjausta, jota on käsitelty kosteudenhallinnan suorittamisen ja onnistumisen näkökulmasta. Kohteesta on saatu tietoa työvaiheiden aikaisten suojausten, lämmityksen ja kuivatusten toteuttamisesta.

Kohteen kosteudenhallinnan suunnitteluun tulee kiinnittää huomiota, jotta rakentamisen aikaisilta ja valmistumisen jälkeisiltä kosteusvaurioilta sekä niiden vaikeilta ja kalliilta korjaustoimenpiteiltä vältytään. Jokaisen työkohteen kosteudenhallinnan suunnittelu ja toteuttaminen on aina erilainen prosessi, joten jokaisen kohteen suunnittelussa tulee huomioida kyseisen kohteen erityispiirteet. Kosteudenhallinnan suunnittelun ja toteuttamisen onnistumisella on suora vaikutus materiaalihukkaan ja kuivatusten onnistumiseen, jotka näkyvät aikataulujen ja kustannusten ennakoitavuutena ja pysymisenä tavoitteessa.

ASIASANAT: kosteudenhallinta, korjausrakentaminen, kosteusvaurio, lämmitys, kuivatus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Production Management

May 2012 | 37 pages

Instructor: Esa Leinonen

Juuso Lilja

# MOISTURE MANAGEMENT OF RENOVATION SITE

Variable weather conditions, tightened timetables and the execution of different working phases create challenges for the moisture control of a construction site. By taking the above-mentioned issues into account, successful moisture control is achieved.

The objective of this thesis was to deal with damages and problems caused by moisture and with issues related to the planning of moisture control, and to introduce the work phases that include moisture control risks at a renovation site.

In this thesis the renovation of an old people's home was used as an example. It was investigated from the points of view of the execution and success of moisture control. The site provided information about the material protection, heating and drainage during the work phases.

In the planning of moisture control, attention has to be paid to avoidance of water damage during and after construction, thus eliminating the need for difficult and expensive repairs. The planning and execution of moisture control is always a unique process so in planning, the site's special characteristics need to be taken into account. The success of planning and execution of moisture control has a direct effect on material loss and the success of drainage. These affect predictability and the success of scheduling and cost planning.

**KEYWORDS:** moisture control, renovation, water damage, heating, drainage

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
1.1 Taustaa	6
1.2 Opinnäytetyön päätavoite ja aiheen rajaus	6
<b>2 KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA</b>	<b>7</b>
2.1 Kosteus	7
2.2 Vuodenaikojen ja sääolosuhteiden vaikutus kosteudenhallintaan	8
2.3 Kosteuden aiheuttamat ongelmat	10
2.4 Vaikutus rakentamiseen ja rakenteisiin	10
<b>3 KOSTEUDENHALLINTA</b>	<b>13</b>
3.1 Yleistä kosteudenhallinnasta	13
3.2 Kosteudenhallinnan tavoitteet	13
3.3 Kosteushallinnan suunnittelu	14
3.3.1 Ennen projektia	14
3.3.2 Projektin aikana	15
3.4 Työvaiheiden vaikutus kosteudenhallintaan	15
<b>4 KOSTEUDENHALLINNAN TOTEUTUS JA OSA-ALUEIDEN PARANTAMINEN</b>	<b>17</b>
4.1 Varastointi ja suojaukset	17
4.1.1 Suojaukset ennen työmaalle kuljetusta	17
4.1.2 Suojaus kuljetuksen aikana	18
4.1.3 Työmaasuojaukset	18
4.1.4 Sääsuojat	20
4.1.5 Keskeneräisten rakenteiden suojaukset	24
4.2 Lämmitys ja kuivatus	25
4.3 Rakenteiden pinnoitus	26
<b>5 ESIMERKKITYÖMAA</b>	<b>29</b>
5.1 Työmaan esittely	29
5.2 Kosteudenhallintasuunnitelma	29
5.3 Toteutus	30
5.3.1 Lämmitys	30
5.3.2 Suojaukset	30

5.3.3 Kuivatus	32
5.4 Parannettavaa	34
<b>6 YHTEENVETO</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>36</b>

## KUVAT

Kuva 1. Rakennuksen ja rakenteiden kosteuslähteet.	8
Kuva 2. Teräskontti.	20
Kuva 3. Ramirent Oy:n suorittama sääsuojaus ja telineratkaisu Porvoon kirkkoon.	21
Kuva 4. Lainapeitteillä suoritettu aukon suojaus.	22
Kuva 5. Suojaus kevytpeitteillä.	23
Kuva 6. Sääsuojattu työtila rakennussirkkelille.	24
Kuva 7. Purkutyön aikainen suojaus vesikatolla.	31
Kuva 8. Mallikuva työmaalla käytössä olleesta sääsuojasta.	32
Kuva 9. IV-konehuoneen alle jäävä syvennys.	33

## TAULUKOT

Taulukko 1. Paikallavaletun massiivisen tb-välipohjan kuivumisaikoja eri olosuhteissa.	11
Taulukko 2. Päälystystyön edellytyksenä oleva suhteellisen kosteuden enimmäisarvo (keskimääräinen kosteus betonirakenteessa).	28

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Opinnäytetyöntekijä aloitti tammikuussa 2011 rakennustekniikan koulutusohjelman tuotantojohtamisen suuntautumisvaihtoehdon opetussuunnitelmaan kuuluvan ”Työpaikkaopinnot”-jakson. Harjoittelujakso suoritettiin YIT Rakennus Oy:n työmaalla työnjohtotehtävissä. Laajan ja haastavan korjausrakennustyömaan edetessä huomasimme kosteudenhallinnallisia asioita, joiden perusteella opinnäytetyön kokoaminen alkoi.

## 1.2 Opinnäytetyön päätavoite ja aiheen rajaus

Opinnäytetyön päätavoite on esitellä kosteudenhallinnan suunnittelua, toteutusta ja ongelmia korjausrakennustyömaan näkökulmasta. Työn tarkoituksena on käsitellä, miten työmaan kosteudenhallinta tulisi suunnitella ennen projektia ja projektin aikana sekä toteuttaa erilaisten työvaiheiden ja vuodenaikojen aikana. Lisäksi on tarkoitus kerätä tietoa työn aikaisen kosteudenhallinnan vaikutuksista rakentamisen aikana ja sen jälkeen.

## 2 KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA

### 2.1 Kosteus

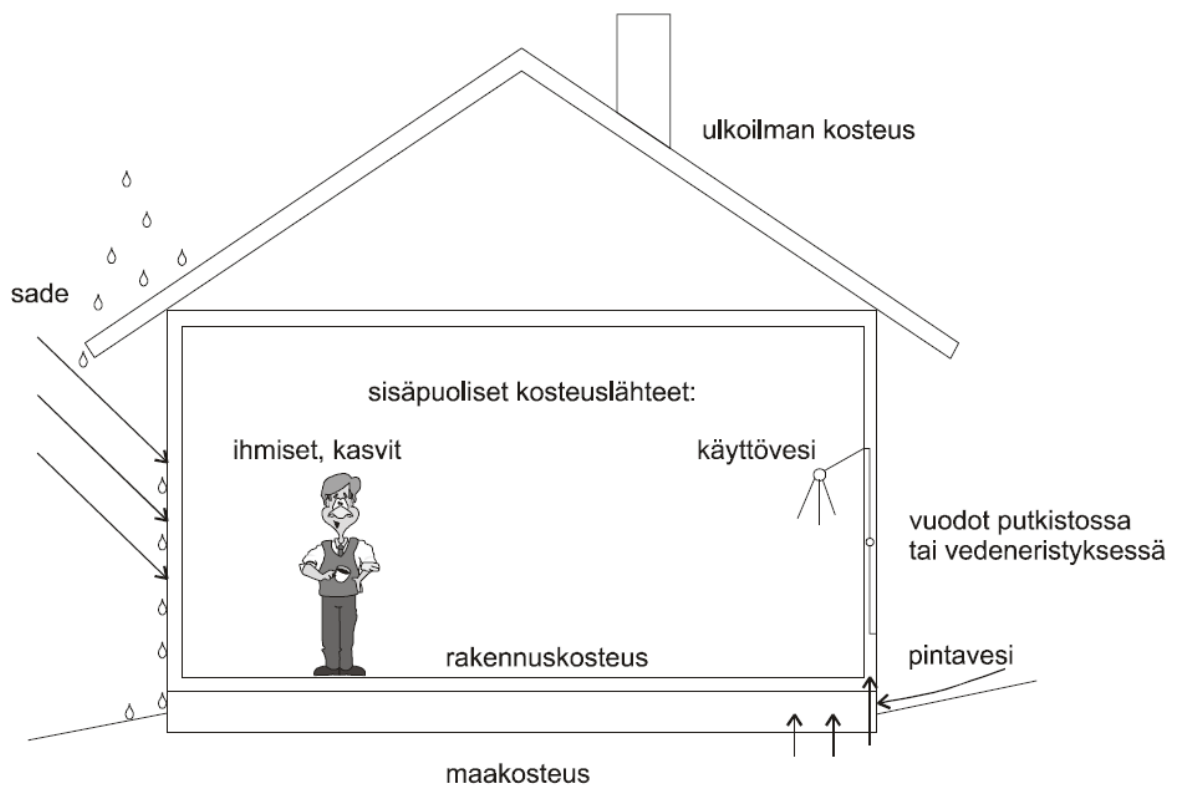
Rakentamisessa pystytään käyttämään ja tarvitaan kaikkia veden olomuotoja. Nestemäistä vettä tarvitaan rakennusmateriaalien valmistukseen ja käyttämiseen. Tärkeimmät käyttökohteet sillä on laastien ja betonin valmistuksessa. Vesihöyryä voidaan käyttää esimerkiksi jään ja lumen poistoon. Kiinteää olomuotoa voidaan esimerkiksi käyttää roudan muodossa maan kantavuuden rakennusaikaisella parantumisella.

Hallitsemattoman kosteuden aiheuttamien haittojen ja vaurioiden estämiseksi on tärkeää huomioida kosteuden vaikutus suunnittelu- ja toteutusvaiheessa sekä rakentamisvaiheen jälkeisenä käyttöaikana. Kosteuden aiheuttamiin ongelmiin voidaan laskea rakenteiden ja rakennusmateriaalien vauriot sekä mikrobien, huonon ilmanlaadun sekä muut kosteudesta aiheutuneet haitat rakennuksen käyttäjälle. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Siivoaminen tuottaa kosteutta rakenteisiin ja nostaa sisäilman vesihöyryn määrää. Siivousvedet aiheuttavat rakenteille ylimääräisen kosteuskuorman, jonka pitää voida poistua ennen rakenteiden vaurioitumista. Tyypillinen vaurioitumistapa on lattiapesuvesien joutuminen väliseinärakenteen sisään, josta vesi ei pääse riittävän nopeasti pois, vaan seinä ehtii homehtua sisäpuolelta. Peseytyminen on merkittävä kosteuskuorma rakenteille. Asunnoissa käytetään satoja litroja vettä päivittäin peseytymiseen, ja kaiken veden pitäisi poistua vaurioita aiheuttamatta. Pieni osa vedestä haihtuu ilmaan nostaen sisäilman kosteuspiitoisuutta. Suurin osa pesuvesistä poistuu kuitenkin vapaana vetenä valuen vedeneristettyjä pintoja pitkin viemäriverkostoon. Vedeneristeiden puutteellisuudet ovat olleet erittäin suuri kosteusvaurioiden aiheuttaja. Vesi valuu rakenteiden sisälle, eikä pääse sieltä pois riittävän nopeasti. Kosteudenlähteistä vesi-, viemäri- ja lämmitysputkien vuodot ovat suurimpia syitä rakennusten kosteusvaurioille. Putkistot saattavat olla rakenteiden sisällä vaikeasti havaittavissa paikois-

sa ja vesivuoto voi jatkua kauan ennen kuin se huomataan. Tällöin rakenteissa on yleensä paljon kosteutta, riittävä lämpötila sekä aikaa erilaisten vaurioiden muodostumiselle. (Sisäilmayhdistys 2012.)

Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen ja rakenteiden kosteuslähteitä ja -rasituksia, joista tärkeimmät on ulkoilman vesihöyry, sade, rakennuskosteus, maaperän kosteus, rakennuksen sisäpuoliset kosteuslähteet sekä tärkein vesivuotojen aiheuttaja, putkien ja laitteiden vesivuodot.



Kuva 1. Rakennuksen ja rakenteiden kosteuslähteet (Rafnet-ryhmä 2004, 12).

## 2.2 Vuodenaikojen ja sääolosuhteiden vaikutus kosteudenhallintaan

Suomessa joudutaan kaikkina vuodenaikoina varautumaan rakenteiden ja materiaalien suojaamiseen kosteuden ja sää-olojen takia. Vallitsevan ilmaston ai-



heuttama jatkuva sademäärien ja lämpötilojen vaihtelu vaikuttavat rakentamisen suunnitteluun ja toteutukseen myös kosteudenhallinnan osalta. Vuodenajat vaikuttavat varsinkin erilaisten suojaus- sekä lämmitys- ja kuivatusmenetelmien käyttöön. Kaikkien suojausmenetelmien kohdalla joudutaan miettimään onko se riittävä sadetta vastaan. Suojauksesta laajuudesta riippuen myös tuuliolosuhteet ja sateen laatu (lumi, vesi tai räntä) täytyy ottaa huomioon niin, että suojaukset kestävät myös läpi viikonloppujen ja muiden loma-aikojen. Lämpötila vaikuttaa lämmityksen ja kuivatuksen tarpeeseen eri tavalla vuodenajasta riippuen. Kesällä, kun lämpötila on korkea ja ilman kosteuspitoisuus on suuri, joudutaan usein käyttämään koneellista kosteudenpoistoa eikä lämmitykselle ole tarvetta. Talvella taas joudutaan käyttämään erilaisia lämmitysratkaisuja optimi lämpötilan saavuttamiseen. Kylmällä säällä ilman kosteuspitoisuuden ollessa pieni kosteuden poisto onnistuu tehokkaasti lämmityksen ja riittävän ilmanvaihdon avulla.

Talvella lumi ja jää aiheuttavat oman kosteudenhallinnallisen riskin, koska lumikin on vain vettä eri olomuodossa. Jos työmaan lumitöitä ei suoriteta suunnitellusti ja tehokkaasti, se aiheuttaa ongelmia viimeistään keväällä lumien sulaessa vedeksi. Lisäksi lumi ja jää aiheuttavat rakennustyömaalla hoitamattomana turhan työturvallisuusriskin. Lisäksi töiden teko on huomattavasti helpompaa ilman ylimääräistä lunta.

Lumen ja jään poistoon käytetään yleensä mekaanisia menetelmiä sekä höyryä ja suojauksia, koska ne ovat edullisimpia suuria lumimääriä poistettaessa. Lumen ja jään poisto tehdään harjaamalla, lapioimalla, hakkaamalla, kolaamalla tai auraamalla. Poistamalla lumi vähennetään kosteuden muodostumista rakenteisiin ja estetään rakenteiden kuivumisen hidastuminen. (Suomen Rakennusteollisuus ry 1990, 23.)

### 2.3 Kosteuden aiheuttamat ongelmat

Materiaalit vuorovaikuttavat monilla tavoin kosteuden kanssa. Ilmankosteus voi aiheuttaa teräksen ja muiden metallien korroosiota sekä edistää mikrobien tuho vaikutusta, joka ilmenee mätänemisen ja pahan hajun lisäksi myös mekaanisena heikentymisenä. Materiaalien fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet voivat muuttua kosteuden vaikutuksesta. Materiaalit voivat saada lisäominaisuuksia tai menettää jonkun ominaisuuden kosteuden vaikutuksesta. Materiaalien kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta riippuu materiaalista. Myös kosteuden imu- ja luovutusnopeudet ovat materiaali riippuvaisia. Koska materiaalit toimivat eri tavalla kosteuden vaikutuksesta, on tärkeää tuntea materiaalien ominaisuudet, jotta ominaisuudet säilyvät halutun kaltaisena ja laatusena. (Rafnet-ryhmä 2004, 34.)

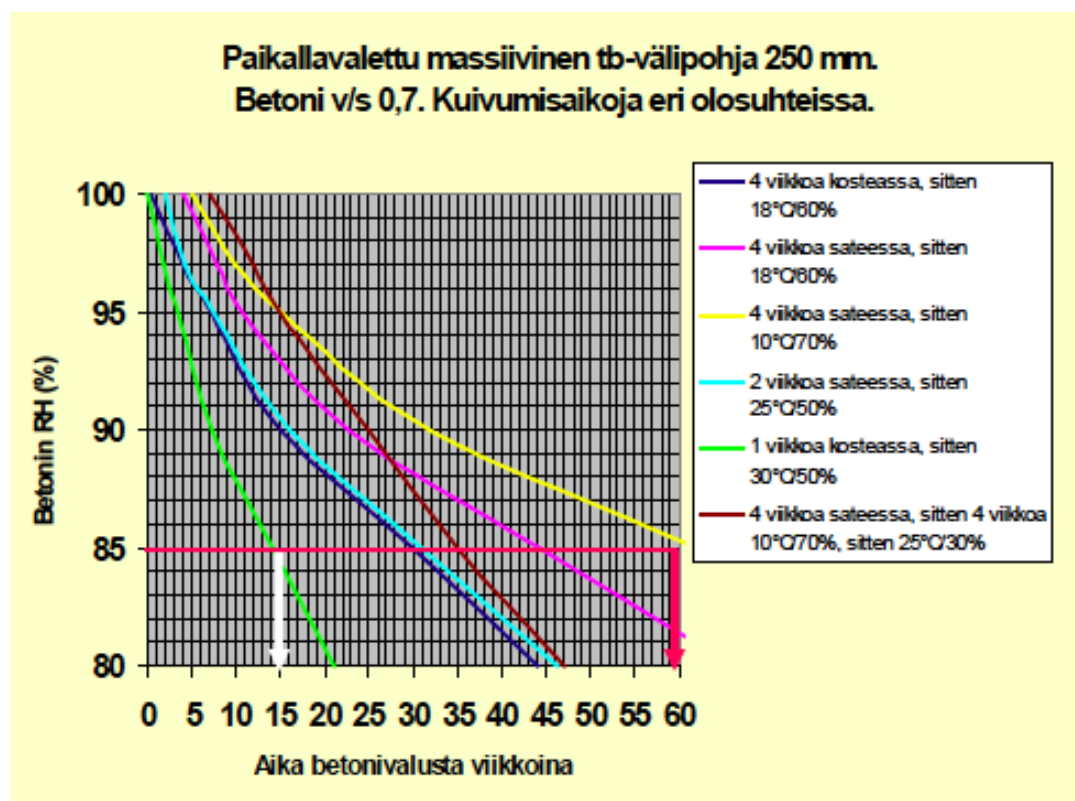
Betonilla on hyvä kosteudenkestokyky on hyvä verrattuna muihin materiaaleihin. Betoni ei kosteuden vaikutuksesta lahoa eikä menetä lujuuttaan ja korkea alkalipitoisuus (korkea pH) vähentää mikrobikasvuston syntyä. Vaikka betoni ei vaurioidukaan kosteuden vaikutuksesta, se voi aiheuttaa vaurioita kosketuksissa oleviin muihin materiaaleihin. Yleisimpiä kosteuden siirtymisen aiheuttamia vaurioita ovat lattiapäällystevauriot, kuten irtoaminen, värjäytyminen ja sisäilmaan vapautuvat hajoamisreaktiotuotteet. Lattiapäällysteiden alle sekä kerroksellisten rakenteiden, kuten esimerkiksi kelluvien lattioiden eristetilaan, voi kosteuden vaikutuksesta syntyä mikrobikasvustoa. (Merikallio 2003, 5.)

### 2.4 Vaikutus rakentamiseen ja rakenteisiin

Kastumisella on suuri merkitys betonirakenteiden kosteustekniseen käyttäytymiseen. Kastuminen hidastaa betonin kuivumista huomattavasti, mutta ei turmele betonia. Esimerkiksi kahden viikon lisäkastuminen voi olosuhteista riippuen aiheuttaa taulukon 1 mukaisesti jopa 20 viikon hidastumisen betonin kuivumisessa. Vaikka betoni ei itse kärsikään kosteudesta, kosketuksissa olevat materiaalit voivat kärsiä kosteusvaurioita. Lattiapäällystemateriaalien ja askelääni-

sekä lämmöneristysmateriaalien vaurioiden lisäksi rakennusaikana betonirakenteisiin päässyt vesi voi kerääntyä rakenteiden onkaloihin ja kerroksellisten rakenteiden välitiloihin. Suurimpia kosteusvaurioita ovat ontelolaattojen ontelovesien aiheuttamat värin ja tasoitteiden rapistuminen katossa, sokkeliementtien eristetilassa olevan veden aiheuttama seinämaalin hilseily sekä mikrobivauriot kelluvan lattian eristetilassa. (Merikallio 2003, 9.)

Taulukko 1. Paikallavaletun tb-välipohjan kuivumisaikoja eri olosuhteissa. (Merikallio 2003, 8).



Rakennustarvikkeiden ja keskeneräisten rakenteiden kastuminen aiheuttaa materiaalihukkaa ja lisää kuivatustarvetta. Sateen aikana osa imeytyy holvibetoniin, mutta suurin osa vedestä kulkeutuu seinärakenteisiin luoden tiettyihin kohtiin ison kosteusrasituksen. Holvin kastumisen lisäksi sade kastelee tuulessa seinärakenteet ja sivuilta suojaamattomat rungon välipohjat, vaikka yläpuoliset holvit olisivatkin kunnossa. (Merikallio 2003, 10.)

Sateen lisäksi erilaiset työvaiheet, joissa käytetään vettä, aiheuttaa rakennusrunkoon kosteusrasitusta. Kosteusrasituksia ja -riskejä aiheuttavia työvaiheita ovat esimerkiksi muuraus-, rappaus- ja tasoitetyöt sekä rakennusaikaiset vesivahingot. Vesivahinkoja aiheutuu vesipisteiden vuodoista, vesikiertoisen patteriverkoston vuodoista sekä timanttityölaitteistojen jäähdytysvesien rajoittamattomasta valumisesta. Suurin todennäköisyys vesivahingoille on märkätyövaiheiden aikana, jolloin veden käyttö on suurimmillaan ja rakennuksen sisällä on vesipisteellinen laastipiste. (Merikallio 2003, 10.)

## 3 KOSTEUDENHALLINTA

### 3.1 Yleistä kosteudenhallinnasta

Kosteudenhallintasuunnitelma tulisi tehdä niin uudis- kuin korjausrakennustyömaillekin. Korjausrakennuskohteiden kohdalla suunnitelman tarpeellisuutta voi arvioida esimerkiksi sen pohjalta, onko työmaalla suuria betonointitöitä, onko kohteessa kuivatusta tarvitsevia kosteusvaurioita tai onko olemassa suuri riski kosteusvaurioiden syntyyn.

Kosteudenhallinnalla voidaan vähentää erilaisia ongelmia, voidaan kosteudenhallinnalla nopeuttaa rakentamista ja saada aikaan suoria säästöjä esimerkiksi lämmitysenergian vähenemisenä. Muita kosteudenhallinnalla aikaansaatavia hyötyjä ovat prosessi-, sade- ja kondenssivesien aiheuttamien ongelmien vähentyminen ja rakennuskosteuden vähentyminen, jotka vaikuttavat sisävalmistusvaiheen töiden hallittuun aloittamiseen ja pinnoitustöiden tekemiseen kuivempiin rakenteisiin. Pinnoittaminen kuivempiin rakenteisiin vältetään kosteuden aiheuttamia muodonmuutoksia, kuten ikkunoiden säätötarve vähenee, laatoitusten ja muovimattojen kiinnipysyminen paranee. Hyötyihin voidaan lukea myös työskentelyolosuhteiden parantuminen, joka vaikuttaa työn etenemisen parantumiseen kaikissa sääolosuhteissa. Hyvin hoidetulla kosteudenhallinnalla voidaan vaikuttaa myös rakentamisen ja yrityksen imagoon, koska rakennusvirheet ja takuu-aikaiset korjaukset vähenevät. (Teriö 2003, 9.)

### 3.2 Kosteudenhallinnan tavoitteet

Kosteudenhallinnan tavoitteina voidaan pitää kuivatustarpeen vähentämistä, materiaalihukan minimoimista, kosteusvaurioiden synnyn välttämistä sekä rakenteiden riittävää kuivumista niin, että tulevia työvaiheita voidaan jatkaa suunnitellusti aikataulussa ilman viivytyksiä. Kosteudenhallinnan tavoitteina olevien

asioiden onnistuminen takaa hyvän lopputuloksen sekä laadullisesti että kustannuksien ja aikataulun osalta.

Kosteudenhallinnan tavoitteet, joihin tulee pyrkiä:

- rungon kuivattamisen nopeuttaminen ja rakennekosteuden poistaminen hyvien olosuhteiden avulla
- rakennekosteuden poistumisen takaaminen rakenneratkaisuja kehittämällä
- ratkaisun löytäminen ontelovesien aiheuttamiin ongelmiin
- veden kulun kulkeutumisen hallinta
- kostumisesta ja kuivumisesta aiheutuvien muodonmuutoksen hallitseminen
- suojausratkaisujen kehittäminen
- rakentamisaikataulujen luominen huomioiden vuodenajat ja rakenteiden kuivamiseen tarvittava aika
- sandwichelementin eristetilän kuivana pitäminen ja mahdollisesti eristetilaan pääsevän veden poisjohtaminen (Teriö 2003, 9).

### 3.3 Kosteushallinnan suunnittelu

#### 3.3.1 Ennen projektia

”Kosteudenhallintasuunnitelmassa voidaan huomioida seuraavat asiat:

- kosteusteknisten riskien kartoitus
- märkätilat
- päällyste- ja pinnoitemateriaalien kosteusraja-arvot
- aikataulusuunnittelu
- LVIS-sopimukset
- materiaalivalinnat
- materiaalien suojaus
- runkorakenteiden suojaus
- työnaikaisten vesivahinkojen torjunta
- rakennuksen kuivatus
- LVI-laitteet

- Kosteusvalvonnan organisointi
- Kosteusmittaukset
- Kosteudenhallinnan dokumentointi
- Rakennuksen käyttöohjeet” (Sisäilmayhdistys 2008)

Työvaiheiden koontilista ja niiden kosteusriskit saadaan selville kosteusteknisen riskiarvioinnin kautta. Listaa voidaan käyttää apuna työvaiheisiin liittyvien suojaustoimenpiteiden suunnittelussa ja kosteudenhallinnallisten riskien ennakkoinnissa. Listaa koottaessa voidaan käyttää kohteen arkkitehti- ja rakennesuunnitelmia, joista saadaan kosteusteknisesti ongelmalliset tai suuren kosteusvaurioriskin rakenteet ja materiaalit. Laaditun listan avulla kohteessa voidaan valvoa ongelmallisten rakenteiden teko ja materiaalien käyttö erityisellä huomiolla. (Sisäilmayhdistys 2008.)

### 3.3.2 Projektin aikana

Projektin aikana tilanteet muuttuvat jatkuvasti joko suunnitellusti tai sitten yllättäen ilman, että asioihin ollaan varauduttu. Työn aikaista kosteudenhallintaa tulee käydä läpi jokaisen tehtävän näkökulmasta ennen tehtävän aloitusta. Tähän hyvä työkalu on hyvin tehty tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelmaan liitettävän kosteusosion avulla voidaan etukäteen varautua kunkin tehtävän riskeihin myös kosteuden osalta. Tehtävien väliset kosteudenhallintaan liittyvät riskit saadaan hyvin yhdistettyä viikkosuunnitelmien avulla. Viikkosuunnitelman suunnittelu-aika on noin kolme viikkoa, joten on helppo arvioida etukäteen mahdollista sateisuutta ja lämpötilaa sekä varautua esimerkiksi peitteiden ja lämmittimien hankintaan.

### 3.4 Työvaiheiden vaikutus kosteudenhallintaan

Rakennustyömaalla on paljon työvaiheita, joihin kuuluu veden käyttö. Näitä työvaiheita ovat esimerkiksi betoni-, muuraus-, tasoite- ja maalaustyöt. Lisäksi tiimanttisauhaksiin ja -porauksiin kuuluu vettä varsinkin korjausrakennustyömailla. Työmaan vesipisteitä suunniteltaessa ja sijoitettaessa huomioon otettavaa on,

että sijoituspaikat ovat keskeisellä paikalla töiden suoritusta varten. Vesipisteet tulee kuitenkin järjestää siten, että vesivuodoilta ja suurilta roiskeilta vältytään. Isona apuna vesipisteiden ympäristön kosteuspitoisuuden turhaan nousuun on työntekijöiden opastusta ja perehdyttämistä.

On yleisessä tiedossa, että nykyään rakennusaikataulut ovat tiukkoja eikä niihin ole varattu aikaa ylimääräisille kuivatuksille. Korjausrakennustyömaalla riskiarvioinnissa kannattaa erityisesti huomioida purkutöihin liittyvä osio. Suurimmat purkutöihin liittyvät riskit ovat ulkorakenteiden purkutöissä. Vesikaton ja julkisivun purkutyöt aiheuttavat koko rakennukseen kosteusriskin. Varsinkin betonirakenteisissa rakennuksissa kastuminen voi olla hyvinkin ongelmallista, koska kastuessaan betonin kuivuminen on hidasta ja vaatiikin usein erityisiä kuivatus-toimenpiteitä. Purkutöiden aikainen suojaus kosteutta vastaan tulee suunnitella niin, että se kestää koko kyseisen purkutyön alusta uuden pinnan valmistumiseen vedenpitäväksi.

Saneerauskohteissa talotekniikka tarvitsee yleensä myös enemmän ja suurempia seinäläpivientejä muuttuvaa ja uusiutuvaa tekniikkaa varten. Etenkin ilmanvaihto-, vesi- ja viemärijärjestelmiä uusittaessa tarvitaan paljon timanttireikiä, jotta tekniikka saadaan uusittua vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Timanttisahausta saatetaan työmaalla tarvita esimerkiksi työnaikaisten kulkuaukkojen tekoon sekä pintalattioiden ja muiden suurien betonirakenteiden purkuun. Sekä timanttiporaukseen että sahaukseen tarvitaan paljon vettä, mikä kannattaa huomioida suunniteltaessa kosteudenhallintaa. Timanttityöt suorittavan yrityksen kanssa voidaan urakan tai työn sopimisen kohdalla keskustella myös kosteuden poistosta, koska sen poistaminen heti on helpompaa ja todennäköisesti halvempaa kuin rakenteiden kuivattaminen koneellisesti. Veden poistoon voidaan käyttää vesi-imuria ja suoraan timanttiporaan kiinnitettävää vedenkerääjää.



## **4 KOSTEUDENHALLINNAN TOTEUTUS JA OSA- ALUEIDEN PARANTAMINEN**

### **4.1 Varastointi ja suojaukset**

Etenkin korjausrakentamiskohteessa suojauksista huolehtiminen on erittäin hyvä tapa lyhentää kuivatusaikoja, vähentää niin vanhojen kuin uusienkin rakenteiden kuivatuksen tarvetta sekä välttää rakenteiden kosteusvaurioita ja niistä johtuvien takuuajan vaurioiden korjaamiskustannuksia.

Pelkkien suojausten puuttuminen tai pettäminen voi johtaa suuriin vesivahinkoihin. Veden pääsy on haitaksi erityisesti sellaisien alueiden ja rakenteiden kohdalla, jotka on tarkoitettu säästettäväksi käyttöön sellaisenaan. Vuodot alueilla, jotka eivät kuulu esimerkiksi urakkaan tai ovat käyttäjien käytössä rakentamisen aikana, tuovat urakoitsijalle lisää kustannuksia sekä haittaa työn etenemiselle ja suorittamiselle. Säilytettävien rakenteiden suojaamiseen on saatettu varautua urakan kustannuslaskentaa tehdessä, mutta todennäköisesti tällaisten rakenteiden korjaamiseen ei ole laskettu varoja. On täysin tapauskohtaista, kuinka paljon aikaa ja rahaa kuluu tapahtuneiden vesivahinkojen korjaamiseen. Myös kohteen suojaustoimet ovat aina ainutlaatuisia toteutuksia, mutta niiden kustannuksiin pystytään varautumaan etukäteen jo projektin alkuvaiheessa.

#### **4.1.1 Suojaukset ennen työmaalle kuljetusta**

Rakennustyömaalla tapahtuvien suojaustoimenpiteiden lisäksi kosteudelta voidaan suojautua jo ennen materiaalien toimitusta työmaalle. Kun koko toimitusketjun kosteudelta suojautumisesta on huolehdittu, varmistetaan materiaalien kosteustason alhaisuus. Materiaalitoimittajat pyrkivät suoriutumaan omista suojauksistaan mahdollisimman pienin kustannuksin, jolloin tehdasvarastoinnin suojaukset voivat olla puutteellisia tavaran vaurioitumisherkyyteen ja kosteuden imukykyyn verrattuna. Materiaalitoimitusten osalta voidaan jo tarjouspyynn-

tövaiheessa pyytää esitettäväksi materiaalin varastoinnin ja toimitusten aikaiset suojaustoimenpiteet.

Kosteudelle herkkien materiaalien, kuten esimerkiksi mineraalivillan ja kipsilevytuotteiden, pakkaamiseen käytetään tiukkoja ja peittäviä muovipeitteitä jo senkin vuoksi, että ne eivät pilaantuisi tehdas- ja myyntipistevarastointien ja siirtojen aikana. Toisaalta betonielementtituotteiden suojauksiin ei yleisesti kiinnitetä huomiota, koska betoni itsessään ei vaurioidu kosteuden vaikutuksesta. Kuten aiemmin taulukon 2 kohdalla on todettu, betonin kastuminen kuivumisvaiheessa pitkittää huomattavasti kuivumisaikaa. Tämänkin takia olisi syytä kiinnittää huomiota siihen, että elementit olisivat kuljetuksen aikana ja varastointien aikana suojattuna sadevesiä vastaan.

#### 4.1.2 Suojaus kuljetuksen aikana

Rakennusmateriaalien suojaus kuljetuksen aikana on tärkeä osa suojausketjun pitävyyttä, koska kuljetusmatkat ovat usein pitkiä ja sääolosuhteet vaihtelevia. Suojauksien taso voi olla pahassa tapauksessa puutteellinen tai suojausta ei ole ollenkaan. Kaikki kosteus, mikä materiaaliin imeytyy, on täysin ylimääräistä kuivatettavaa työmaalla. Kuljetuksen aikaisen suojauksen puuttumisen seurauksena voi olla materiaalien vaurioitumista tai jopa suoranaista materiaalihukkaa. Kuljetusta vastaanottavan tahon tulee tarkastaa kuormakirjojen lisäksi kuljetuksen aikaiset vauriot niin kolhujen, säröjen kuin vesivuotojenkin kohdalta. Mikäli materiaaleissa on mitään poikkeavaa, kuten suojapahvit märkiä tai suojamuoveissa reikiä, kannattaa kuormakirjaan tehdä merkintä. Tällöin asiasta jää merkintä, jota voidaan käyttää mikäli materiaalien kanssa huomataan ongelmia.

#### 4.1.3 Työmaasuojaukset

Kosteudelle herkkiä rakennusmateriaaleja ovat esimerkiksi laastit, kipsilevytuotteet ja villaeristeet, jotka on kaikki on jo tehtaalla pakattuna muoveihin kohtuullisen hyvin. Työmaalle tuotuna tämä suojaus yleensä riittää, mutta työmaa-

olosuhteissa on hyvä varmistaa suojauksen riittävyys. Tuotteiden tullessa työmaalle on hyvä, jos materiaalit menevät suoraan käyttöön tai materiaalit saadaan varastoitua sisätiloihin. Edellä mainitut asiat riippuvat kuitenkin materiaali-toimituksen suuruudesta ja työmaan sisävarastointitilojen koosta. Yleisesti kuitenkin joudutaan käyttämään ulkovarastointia muovipeitteiden kanssa, koska se on halvin tapa suojata. Muovipeitteet ovat itsessään hyvä suojaustoimenpide, mutta muovipeitteiden kunnosta tulee huolehtia ja työntekijöiden vastuuseen peitteiden oikeasta käytöstä sekä suojauksista huolehtimiseen tulee panostaa, koska huono suojaus on yhtä hyvä kuin suojauksen puuttuminen kokonaan.

Työmaalla olevien materiaalien suojaus hoidetaan ulkona pääosin muovisin kevytpeittein ja materiaalien pakkausmateriaalien avulla. Mikäli työmaa on kooltaan riittävän suuri, ulkona olevan varastointialueen lisäksi kannattaa harkita varastokatosta. Talviset lumityöt ja materiaalien etsintä lumen alta vähentyisivät materiaalien ollessa katoksen alla. Ainoaksi lumityöksi varastointialueella jäisi lumen tiputus katoksen päältä. Hyvän varastointitilan lisäksi katos voisi toimia myös huonon sään aikana työpisteenä ja esimerkiksi rakennussirkkelin sijoituspisteenä.

Työmailla on yleisesti käytössä kuvan 2 mukaisia teräskontteja varastointitilana, koska ne ovat helposti saatavilla olevaa varastotilaa. Varastokontteja käytetään yleisesti kiinnikkeiden, työkalujen ja -koneiden säilytystilana. Niitä on saatavilla lämpöeristettyinä, jolloin niissä voidaan säilyttää myös kylmälle ja kosteudelle herkkiä materiaaleja.



Kuva 2. Teräskontti (Ramirent 2012).

#### 4.1.4 Sääsuojat

Työmaat, joissa on suunniteltu käytettäväksi sääsuojausta olisi hyvä ottaa sääsuojaurakoitsija mukaan suojauksen suunnitteluun, jotta saadaan selville kaikki käytettävissä olevat vaihtoehdot ja selvitettyä minkälainen sääsuoja sopii kohteeseen parhaiten. Erilaiset sääsuojaratkaisut ovat hinnaltaan korkeita, mutta mikäli kohteessa on vesikattosaneerauksen lisäksi myös julkisivutöitä, kannattaa huomioida myös julkisivutöiden tarvitsema sääsuojaus sekä telineet. Esimerkiksi kuvan 3 mukaisella sääsuojauksella saadaan sekä julkisivutöitä varten telineet että varma sääsuojaus koko rakennuksen päälle.



Kuva 3. Ramirent Oy:n suorittama sääsuojaus ja telineratkaisu Porvoon kirkkoon (Ramirent 2012).

Sääsuojauksiin käytetään usein myös kevyt-, kesto- ja Lainapeitteitä tehtäessä sääsuojauksia. Muovipeitteitä käytettäessä suojausta tukemaan tehdään jokin sopiva tukirakenne. Kuvassa 4 on käytetty lainapeitteitä aukon suojaukseen. Peitteiden kiinnitykseen ja tuentaan käytetään sopivaa puutavaraa, esimerkiksi lautaa.



Kuva 4. Lainapeitteillä suoritettu aukon suojaus (Lainapeite 2011).

Sääsuojaus voidaan suorittaa peitteiden avulla myös telineiden ja työtasojen päälle, jolloin saadaan suojaus sekä työskentelyä että työkohdetta varten. Suojaus voidaan toteuttaa kuvan 5 mukaisesti roikottamalla kevytpeitteet telineiden yli. Peitteitä käytettäessä tulee muistaa peitteiden huolellinen kiinnitys, reunojen riittävä limitys estämään veden pääsyn suojan sisään sekä peitteiden kunnosta huolehtiminen.



Kuva 5. Suojaus kevytpeitteillä (Merikallio 2003, 12).

Markkinoille on tullut myös kuvan 6 kaltaisia sirkkelikontteja, joissa sahaustyö on mahdollista suorittaa katetussa tilassa suojassa säältä. Kontti sisältää rakennussirkkelin varustettuna syöttö- ja vastaanottopöydillä sekä automaattisella pölypoistolaitteistolla. (Skanska rakennuskone Oy 2012)





Kuva 6. Sääsuojattu työtila rakennussirkkelille (Skanska rakennuskone Oy 2012).

#### 4.1.5 Keskeneräisten rakenteiden suojaukset

Mikäli sääsuojia ei käytetä, on keskeneräisen rungon ja holvipintojen suojaus vaikeaa ennen kuin vesikatto on valmis. Tällöin tulisikin keskittyä herkimpien materiaalien ja rakenteiden suojaamiseen sekä estämään veden siirtymisen ylemmistä kerroksista alemmille tasoille.

Betonin vedenimukykyyn vaikuttaa paljon betonin ikä. Betoni imee sitä enemmän vettä ja sitä hitaampaa imeytyneen kosteuden poistuminen on, mitä myöhemmässä ja kuivemmassa vaiheessa betoni pääsee kastumaan. Betonin iän lisäksi vedenimukykyyn vaikuttavia asioita ovat betonilaatu ja se missä vaiheessa betonirakenne kastuu. Betonin vesisementtisuhte määrittelee betonin tiivistä. Alhaisella vesisementtisuhteella betoni on tiivistä, jolloin sen vedenimukyky on pieni. Esimerkiksi paikallavaletun betonisen välipohjan kastuminen ensimmäisen viikon aikana ei vaikuta merkittävästi rakenteen kuivumiseen, mutta



kastumisen vaikutus on sitä suurempi mitä pidemmälle rakenteen kuivuminen on edennyt. (Merikallio 2003, 12.)

Betonisen välipohjaholvin tiivistys saadaan helposti hoidettua aukkojen ja läpivientireikien sulkemisella, koska pyrittäessä alemman holvitason kastumisen minimointi vaatii yläpuolisen holvin nopeaa ja tiivistä suojaamista. Kastumisaikaa saadaan pienennettyä nopealla kerroksen pystytysvauhdilla sekä valmiiden hormielementtien ja läpivientikappaleiden käytöllä. (Merikallio 2003, 12.)

#### 4.2 Lämmitys ja kuivatus

Rakennusaikaisella lämmityksellä ja kuivatuksella pyritään poistamaan kosteutta rakenteista niin paljon, että rakenteet voidaan pinnoittaa ilman myöhemmin ilmeneviä kosteusvaurioita. Samalla pyritään luomaan otolliset olosuhteet työskentelylle. Rakenteisiin jäänyt liiallinen kosteus aiheuttaa pinnoitusvaiheessa erilaisia ongelmia. Suurin ongelma on kuitenkin pinnoitteiden huono kiinni pysyminen kosteassa alustassa.

Rakennustyömaan aikataulua suunniteltaessa tulee huomioida kuivumisaika-arviot rakenteittain. Kuivumisaika-arvioita laadittaessa tulee ottaa huomioon ja tarpeen vaatiessa etsiä tiedot rakenteen lähtökosteustilanteesta ja pyrittävästä kosteustasosta, joka määräytyy pinnoitemateriaalien kosteusraja-arvojen mukaan, sekä tiedot kyseisen rakenteen ja materiaalien kuivumisominaisuuksista. (Merikallio 2003, 23.)

”Betonirakenteiden kuivumisaikaa arvioitaessa huomioitavia tekijöitä ovat:

- tavoitekosteus (riippuu päällystemateriaalin kosteudensietokyvystä)
- rakenneratkaisu (rakenteen paksuus, haihtumispinta-ala eli pääseekö kuivumista tapahtumaan yhteen vai kahteen suuntaan)
- betonilaatu (vesi-sementtisuhde, maksimiraekoko, notkeus)
- kuivumisolosuhteet (kastumisaika, lämpötila, ilman suhteellinen kosteus) (Merikallio 2003, 23).”

Märkien pintojen kuivumista voidaan nopeuttaa alentamalla ilman suhteellista kosteutta, nostamalla lämpötilaa sekä järjestämällä ilmavirtausta kuljettamaan haihtuva kosteus pois. Järjestämällä sopivat olosuhteet rakenteiden kuivatukselle voidaan taata rakenteiden tasainen ja varma kuivuminen seuraavien työvaiheiden varalle. Jotta olosuhteet säilyisivät tasaisina, tulee huolehtia lämmitettävän tai kuivatettavan alueen tiiveydestä. Aukot tulee tiivistää hallitsemattoman ilmankulun välttämiseksi. Varsinkin talvi-aikaan kylmän ilmavirran hallitsematon pääsy tulee estää. Ilman suhteellista kosteutta voidaan pienentää koneellisesti kosteudenpoistajien avulla sekä vaihtamalla ilmaa järjestämällä hallittu ilmanvaihto. Helpoimmillaan ilmanvaihdon voi järjestää avaamalla rakennuksesta ikkunoita tai ovia.

#### 4.3 Rakenteiden pinnoitus

Betonin kuivuminen on hidasta ja se riippuu useista eri muuttujista, jotka tulee huomioida. Betonin kuivumiseen vaikuttaa betonilaadun ominaisuudet, kyseinen rakenneratkaisu ja vallitsevat kuivumisolosuhteet. Betonin tulee kuivua päällystämateriaalikohtaisen kosteusraja-arvon sallimiin rajoihin ennen kuin päällystys- ja pinnoitustyöt voivat alkaa. Nämä päällystys- ja pinnoitustyöt ovat yleensä sisätiloissa ja se tarkoittaa yleensä seinien ja lattioiden pinnoitusta toisella materiaalilla, kuten laatoituksella, maalauksella, parketilla, laminaatilla, tapetilla tai muovimatolla. Betonin kuivatuksella materiaalikohtaisen kosteusraja-arvon alapuolelle voidaan välttää liian aikaisen suoritettujen pinnoituksen vaarana olevat kosteusvauriot materiaaleille ja rakenteille. (Rafnet-ryhmä 2004, 47.)

Betonin kuivumisaika-arvioita laadittaessa muuttujien tiedostaminen tiedostaminen on tärkeää. Kuivumisaika-arvioon vaikuttavia tekijöitä ovat tavoitekosteus, vesi-sementtisuhte, kuivumisolosuhteet ja kyseinen rakenneratkaisu. Kuivumisaika-arvioita käytetään rakennusaikataulujen ja kuivatusten suunnittelussa. Kuivumisaika-arviot ovat aina vain suuntaa-antavia ja niissä ei ole huomioitu aina kaikkia muuttuvia tekijöitä esimerkiksi vallitsevista olosuhteista. Ainoa var-

ma keino taata tarpeeksi kuiva pinnoitusalue on suorittaa betonin kosteusmittauksilla. (Rafnet-ryhmä 2004, 47.)

Betonirakenteiden hidas kuivuminen tasapainokosteuteen vie todella kauan. Tasapainokosteus saavutetaan vasta kun kaikki rakennekosteus on kuivunut ja tasapainokosteus on saavutettu. Tasapainokosteuden saavuttamiseen voi kulua useita vuosia. Betonirakenteen pinnoittamiseen ei kuitenkaan vaadita näin suurta kuivatusvaatimusta, vaan kosteusraja-arvoja on asetettu pääasiassa materiaaleille ja rakenteille, joiden päällystys tehdään kosteudelle herkillä materiaaleilla ja yleisesti ottaen vaatimus suhteellisen kosteuden arvoksi on 80–90 RH%. (Rafnet-ryhmä 2004.)

Taulukossa 2 on esitetty ohjeellisia arvoja päällystemateriaalien asennuksen edellyttämiä betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvoja. Jokaisella materiaalilla on omat valmistajakohtaiset raja-arvot, joita tulee noudattaa. Materiaalitoimittajan antamien arvojen lisäksi kohteeseen on mahdollista määrittää erikseen tiukempia raja-arvoja, joita noudattaa.

Taulukko 2. ”Päällystystyön edellytyksenä oleva suhteellisen kosteuden enimmäisarvo (keskimääräinen kosteus betonirakenteessa).” (Sisäilmayhdistys 2008)

Betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo käyttölämpötilassa 20...22°C, RH %	Päällyste / materiaaliominaisuuksia	Huomautuksia
80 ? 85 % Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava alle 75%	Mosaiikkiparketti	Puulajikohtainen /esim. pyökki 80%, tammi 85%)
85% Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava päällystyshetkellä alle 75%	Alustaan kiinnittämättömät puulattiat ja kelluvat parketit (päällysteen ja betonin välissä vesihöyryä läpäisevä materiaali, joka irrottaa betonin ja päällysteen toisistaan)	
85 % Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava päällystyshetkellä alle 75 %	Vesiliukoisella liimalla kiinnitettävät ja kelluvat päällystymateriaalit kuten: - Erilaiset muovimatot - Linoleummatot - Korkkimatot - Kumimatot - Tekstiilimatot, joissa tiivis alusmateriaali	Määräävä tekijä liiman kosteudenkestokyky
90 %	Alustaan kiinnittämättömät muovi- ja linoleummatot Päällysteet, joissa kiinnitykseen on käytetty vähintään 90%:n kosteuspitoisuuden kestävää liimaa Klinkkerilaatat Polyuretaanimuovimassat Täyssynteettiset tekstiilimatot	Liiman valmistajan ohjeet
85 ? 97%	Epoksi-, akryyli ja polyesterimuovimassat	Tuotteen valmistajan antamat raja-arvot. Betonin pinnan oltava päällystysvaiheessa kuiva ja riittävän lämmin.
Muut arvot	Tapauskohtaisesti eri materiaalit	Materiaalin valmistaja voi antaa näistä ohjeista poikkeavia tuotekohtaisia arvoja.
90%	Kermieristykset	Materiaalivalmistajan ohjeet

## 5 ESIMERKKITYÖMAA

### 5.1 Työmaan esittely

Käytän esimerkkityömaana YIT Rakennus Oy:n Liinahaan vanhainkodin peruskorjaustyömaata. Työmaa sijaitsee Turussa Vätin kaupunginosassa osoitteessa Liinahaankatu 17. Työmaa-alue oli noin 9500 m<sup>2</sup> ja rakennusala oli noin 6700 m<sup>2</sup>. Rakennuksessa on neljä maanpäällistä kerrosta ja kellarikerros. Työmaan aloitus oli joulukuussa 2010 ja luovutus oli 2012 huhtikuun alussa.

Peruskorjauksen kohteena olevassa rakennuksessa tehtiin täysi LVIS- ja rakennustekninen remontti pois lukien suurtalouskeittiö ja kuusi kylpyhuonetta, joissa tehtiin lähinnä LVIS-asennusten päivityksiä. Suurimpia työvaiheita kosteudenhallinnan näkökulmasta olivat katto- ja julkisivurakenteiden teko, 2.–4. kerrosten plaanolattioiden pumppaus, 1. kerroksen ja kellarin betonilattioiden valutyöt, sisälle tehtyjen tb-palkkien valut, muuraustyöt, tasoite- ja maalaustyöt sekä purkutyöt. Kosteudelle altistavia purkutöitä oli vanhan tiilijulkisivun ja vesikaton purkutyöt sekä sisällä tehtyihin betonipurkutöihin, esimerkiksi väliovi-aukkojen teko, liittyvät timanttisahaukset ja uusiutuvaa tekniikkaa varten tehdyt läpiviennit timanttiporaamalla.

### 5.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on laadittu YIT Rakennus Oy:n käyttämälle lomakepohjalle. Kosteudenhallintasuunnitelmassa on käyty läpi eri osa-alueiden vaatimat toimenpiteet kosteudenhallinnan toteuttamiseen. Käsitellyille osa-alueille on jaettu vastuhenkilöt.

### 5.3 Toteutus

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma, tehtäväkohtainen ja viikkokohtainen suunnittelu ovat toimineet työmaan kosteudenhallinnan pohjana. Lisäksi työmaan kestoon liittyen on etukäteen suunniteltu eri vuodenaikojen tarvitsemia suojaus, lämmitys ja kuivatus menetelmiä. Myös purkutöiden laajuuden vuoksi erilaisten suojausmenetelmien käyttöä on jouduttu suunnittelemaan.

#### 5.3.1 Lämmitys

Työmaan alkaessa käytössä oli rakennuksen oma kaukolämpöön perustuva vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Rakennuksen omaa lämmitysjärjestelmää aloitettiin purkamaan maaliskuussa 2011, joten kevään aikana käytettiin vain tarvittaessa sähköllä toimivia lämpöpuhaltimia. Osittain hankaluuksia toi kylmä talvi sekä purkutöiden edetessä rakennuksen seinä- ja kattorakenteisiin syntyneet aukot, joiden tukkimiseen käytettiin lähinnä havuvanerisia tukkeita, mineraalivillaa sekä muovisia kevytpeitteitä.

Maaliskuusta marraskuulle lämmitykseen käytettiin paikallisesti sähkötoimisia lämpöpuhaltimia, jonka jälkeen siirryttiin käyttämään 60 kilowatin lämpöpuhaltimia, jotka kytkettiin rakennuksen omaan kaukolämpöverkkoon. Yhdellä lämmittimellä saatiin lämmitettyä yksi lohko (noin 500 m<sup>2</sup>), kun lämmönsiirtymisen apuna käytettiin paria lämpöpuhallinta. Rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän valmistuttua vaiheittain joulukuun lopusta alkaen, alettiin väliaikaista lämmitysjärjestelmää purkamaan pois käytöstä.

#### 5.3.2 Suojaukset

Materiaalien varastointipaikkana käytettiin sekä työmaan ulko- että sisäpuolisia varastoalueita. Lisäksi työmaan käytössä oli yhteensä viisi kuvan 5 tapaista varastokonttia, joita käytettiin työkalujen, kiinnikkeiden ja muiden pienmateriaalin

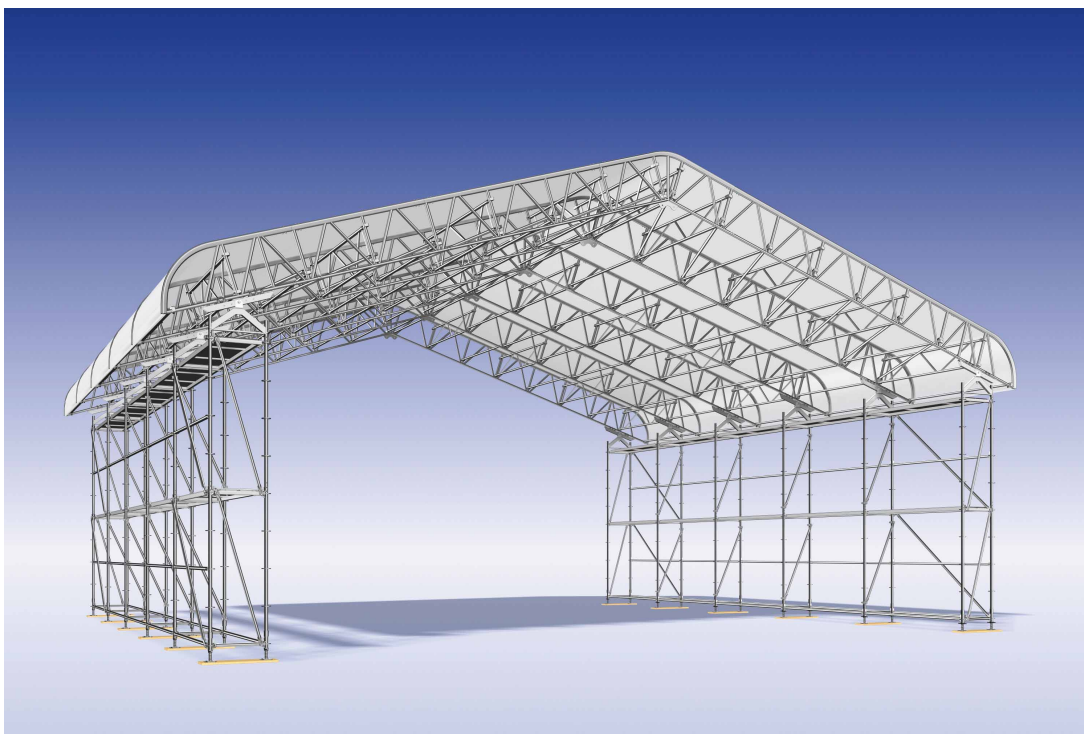
varastointiin. Ulkona materiaalit suojattiin materiaalien omien suojamuovien ja muovisten kevytpeitteiden avulla.

Kohteen vesikaton purkutyö suoritettiin pääosin lainapeite suojauksin kuvan 7 mukaisesti. Katon purkutyön aikana syntyneet aukot yläpohjassa suojattiin vanerikansilla, jotka toimivat sekä putoamissuojauksina että sateen suojana. Katon purkutyön jälkeen yläpohjabetonin päälle asennettiin höyrynsulkuhuopa, joka toimi purun jälkeisenä säänsuojauksena yhdessä peitteiden kanssa.



Kuva 7. Purkutyön aikainen suojaus vesikatolla. (YIT Rakennus Oy 2011)

Katon purku- ja rakennustöissä käytettiin säänsuojasta noin 250 m<sup>2</sup>:n alalla. Säänsuojan hankkimiseen päädyttiin alueen alapuolella olevan, urakka-alueeseen kuulumattoman ja säästettävän suurtalouskeittiötilan kosteusvaurioriskin vuoksi. Säänsuojaus rakennettiin alumiinitelineiden varaan kuvan 8 periaatekuvan mukaan.



Kuva 8. Mallikuva työmaalla käytössä olleesta sääsuojasta (Layher 2012).

### 5.3.3 Kuivatus

Työmaan kuivatukseen käytettiin yleisesti sähköpuhaltimien lämmöntuotantoa ja ikkunoiden avulla ylläpidettyä ilmanvaihtoa. Uusien betonirakenteiden kuivumiseen oli varattu tarpeeksi paljon aikaa yleisaikataulussa, joten mitään erityisiä kuivatusratkaisuja ei tarvittu teräsbetonipalkkien ja pintalattioiden kuivatukseen.

Ylemmällä vesikatolla sijaitsevien kahden ilmastointikonehuoneen alla on molemmissa kaksi kuvan mukaista syvennystä, joita on aikaisemmin käytetty vesisäiliöiden paikkana. Syvennykset täytettiin Leca-soralla ja holvin päälle asennettiin HEA-palkkien varaan ontelolaatasto ja ilmastointikonehuoneen teräsrunko. Rakennusvaiheessa ontelolaattojen alle pääsi vettä, joka jouduttiin kuivatamaan. Syvennykset ovat kooltaan noin 3500 mm pitkiä, 3000 mm leveitä ja 400 mm syviä.





Kuva 9. IV-konehuoneen alle jäävä syvennys (YIT Rakennus Oy 2011).

Kuivatukseen käytettiin puhaltimia, joiden avulla saatiin aikaiseksi kuivattava ilmavirta. Laitteistoa varten porattiin syvennyksen kylkeen ja alapuolelta  $\varnothing$  50 mm timanttireikiä letkujen saamiseksi syvennykseen. Puhaltimet sijoitettiin vastakkaisille puolille syvennystä, jonka jälkeen toinen puoli kytkettiin puhaltamaan ja toinen puoli imemään ilmaa. Näin saatiin aikaiseksi tarpeeksi tehokas ilmavirta kuljettamaan kosteutta pois Leca-soran seasta. Kuivatusta seurattiin viikoittaisilla kosteusmittauksilla. Kuivatus lopetettiin noin kahdeksan viikon päästä aloituksesta Leca-soran kosteuden ollessa noin 50–60 %.

#### 5.4 Parannettavaa

Vesikaton purku- ja rakennustöiden suojaus suoritettiin muovisten peitteiden kanssa, jolloin otettiin riski peittävän suojauksen sekä peitteiden ehjänä pysymisen kanssa. Suojaus onnistui kohtuullisesti katon puurakenteiden ollessa paikalla, mutta kun puurakenteet oli purettu suojaus oli suoraan betoniholvin päällä. Koska betoniholvi oli valettu sisäänpäin kaatavaksi, vesi kerääntyi lammi-koiksi ja sitä oli vaikea juoksuttaa pois suojien päältä. Peitteiden saumoista ja revenneiden peitteiden aukoista pääsi vettä holvin aukkojen ja halkeamien läpi sisäpuolelle, missä se aiheutti haittaa tasoite- ja maalaustöille, pintalattioiden pumppaukselle sekä toi mukanaan paljon veden poistoon ja vettymisen aiheuttamien vaurioiden korjaamiseen liittyviä töitä.

Varastoitavien materiaalien suojaus ulkona vaati tulevaisuudessa lisää huomiota, koska peitteiden kunnosta huolehtimisen ja oikealla tavalla tehdyn suojauksen avulla vältetään helpolla materiaalihukkaa.

Työnaikaisiin suojauksiin tulee keskittyä paremmin on sitten kyse omasta työstä tai aliurakoitsijan työn valvomisesta. Lisäksi tarvittaessa tulee ohjeistaa suojien käyttöön ja oikean suojaustavan käyttöön.

## 6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö pyrkii antamaan tietoa rakennusten kosteudenlähteistä ja –riskeistä sekä niiden aiheuttamista ongelmista. Rakentamisen aikaisten ja jälkeisten ongelmien selvitystyöt ja korjaaminen vaatii aina ylimääräistä panostusta ajallisesti ja rahallisesti, joten kosteudenhallinnan suunnitteluun ja toteutukseen on tarpeellista panostaa. Tässä työssä on esitetty kosteudenhallintasuunnitelman ja työmaan aikaisten vaatimusten täyttämiseen tarvittavia työkaluja.

Välttämällä ylimääräistä kosteusrasitusta rakenteiden kuivuminen on tehokkaampaa ja tiukentuneiden aikataulujen ennakoitavuus on helpompaa. Kuten tässä opinnäytetyössä on esitetty, jokaisen työmaan erityispiirteet huomioimalla suunnittelussa ja toteutuksessa vältetään ongelmat työvaiheiden kosteudenhallinnassa. Korjausrakennustyömaan erityispiirteenä verrattuna uudisrakennustyömaihin on purkutöiden aiheuttamat kosteusrasitteet sekä vanhojen rakenteiden huomioiminen suojausten ja kuivatusten kohdalla.

Tässä opinnäytetyössä on pyritty vastaamaan kosteudenhallinnan kysymyksiin korjausrakentamisen näkökulmasta. Käsiteltyjä asioita ovat materiaalien suojausten järjestämisestä koko varastointiketjun matkalla, erilaisten sääsuojien tuomista mahdollisuuksista sekä antaa tietoa lämmitykseen, kuivatukseen ja rakenteiden pinnoitukseen liittyvissä asioissa. Tässä työssä on myös esitetty esimerkkityömaalla toteutetun kosteudenhallinnan suoritustapoja, mikä antaa käytännön tietoa yllä mainituista asioista.

## LÄHTEET

Lainapeite 2011. Tuotteet: Lainapeite. Viitattu 3.4.2012

[www.lainapeite.fi/Lainapeite.aspx?a=img](http://www.lainapeite.fi/Lainapeite.aspx?a=img)

Layher 2012. Scaffolding, protective systems: Keder roof. Viitattu 15.4.2012 [www.layher.com/layherkederxl.aspx?cls=02](http://www.layher.com/layherkederxl.aspx?cls=02)

Merikallio, Tarja 2003. Rakennustyömaan olosuhdehallinta, Ohjeita ja esimerkkejä. Hummitest Oy

Rafnet-ryhmä 2004. Rafnet-oppimateriaali, teoriaosan osio K (kosteus)

Ramirent 2012. Tuotteet: Sääsuojat ja hallit. Viitattu 24.4.2012 [www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat\\_ja\\_hallit/plettac-kasettikatto/](http://www.telinerami.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/plettac-kasettikatto/)

Ramirent 2012. Tuoteluettelo. Viitattu 3.4.2012 <http://ramirent.edita.fi/fi/tuoteluettelo/tuote/726>

Sisäilmayhdistys 2008. Työmaan kosteudenhallinta. Viitattu 23.2.2012 [www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/korjausten\\_laadunvarmistus/tyomaan\\_kosteudenhallinta/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/korjausten_laadunvarmistus/tyomaan_kosteudenhallinta/)

Skanska Rakennuskone Oy 2012. Vuokrattavat rakennuskoneet. Viitattu 25.4.2012 [www.skanskarakennuskone.fi/sirkkelikontti](http://www.skanskarakennuskone.fi/sirkkelikontti)

Suomen Rakennuteollisuus ry 1990. Talvirakentaminen. Rakentajainkustannus Oy

Teriö, Olli, 2003. Betonivalmisosarakentamisen kosteudenhallinta. Tampere: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

YIT Rakennus Oy 2011. Viitattu 20.4.2012